

# О ФУНДАМЕНТАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТСКОМ ОБРАЗОВАНИИ: ИЗ ПРАКТИКИ ХИМИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

Кузьменко Н.Е., Лунин В.В., Агеев Е.П., Рыжова О.Н.

*Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация*

Уровень интеллекта нации – вот что определяет сегодня место того или иного государства в мировой таблице о рангах.

*В. Садовничий [1; диалог седьмой, стр. 192]*

В начале февраля 2008 г. Президент Российской Федерации В.В. Путин выступил на расширенном заседании Госсовета в Кремле с программой развития страны до 2020 года. Суть этой программы можно передать словами самого Президента: «Россия не раз уже доказывала, что может сделать то, что другим кажется невозможным. В послевоенные годы мы совершили индустриальный рывок и первыми освоили космос. А за последние несколько лет уверенно восстановились после хаоса 90-х. Сегодня мы ставим гораздо более амбициозную задачу – достичь качественного изменения жизни, качественного изменения страны, ее экономики и социальной сферы». Среди ключевых направлений развития страны В.В. Путин выделил **образование**: «Будущее России, наши успехи зависят от образования и здоровья людей, от их стремления к самосовершенствованию и использованию своих навыков и талантов. **В России есть и богатые традиции, и потенциал** (выделено авторами), чтобы сделать наше образование – от школы до университета – одним из лучших в мире. Образовательная система должна вобрать в себя самые современные знания и технологии».

Выше мы сделали акцент на традициях и потенциале отечественного образования. Одной из важнейших традиций университетского образования является его фундаментальность [2]: «*Фундаментальность высшего образования* – это соединение научного знания и процесса образования, дающее понимание того факта, что все мы живем по законам природы и общества, игнорирование которых малограмотным или невежественным человеком опасно для окружающих». Фундаментальность образования подразумевает, что студенты очень рано начинают приобщаться к научным исследованиям за счет ранней специализации. Они практически сразу же включаются в работу кафедры, попадают в научный коллектив, работают над научной тематикой вместе со студентами старших курсов и аспирантами<sup>1</sup>, и, конечно же, под руководством профессоров, преподавателей или научных сотрудников, которые сами находятся на переднем рубеже в своей области знаний. Таким образом, вопрос о кадровом потенциале учебного заведения – один из ключевых вопросов образования и, в пер-

---

<sup>1</sup> Это возможно в рамках именно традиционного подхода в университетском образовании. В рамках же насаждаемой сегодня двухуровневой системы (бакалавриат плюс магистратура) кафедральная система практически разрушается; подробно об этом см. в работах [3,4].

вую очередь, его качества. В этой связи мы полностью солидарны с позицией В.А. Садовниченко (диалог седьмой, стр. 206 [1]) и реализуем ее в практической деятельности химического факультета: «Вообще мы не делали и не делаем принципиального различия между ученым и преподавателем. Вряд ли в университетском образовании, главным стержнем которого является обеспечение «научного образования», а подготовка научных работников – основной целью, такое разделение или различие возможно. В Московском университете такое деление вообще отсутствует. Если оно и есть, то на бюрократическом уровне в форме так называемого штатного расписания, принятого в государственных органах управления, где перечислены университетские должности и соответствующие им зарплаты: преподавательские – заведующий кафедрой, профессор, доцент, старший преподаватель, ассистент; научные – заведующий лабораторией, старший научный сотрудник, младший научный сотрудник, лаборант. Но такая структура штатного расписания с позиций сегодняшнего дня – скорее реликт прошлого, нежели экономический и карьерный регулятор, а тем более ступени служебной иерархической лестницы».

В настоящей статье рассмотрены некоторые особенности подготовки высококвалифицированных специалистов на примере одного из ведущих отечественных химических вузов – на химическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова.

На факультете работают 10 действительных членов и 8 членов-корреспондентов Российской академии наук, более 250 докторов наук и около 700 кандидатов наук, обучаются более 1000 студентов и около 300 аспирантов. Ежегодно факультет выпускает до 200 высококвалифицированных специалистов по важнейшим разделам химических наук – от теоретической квантовой химии до химической технологии и биотехнологии. Его выпускники востребованы как в России, так и в самых авторитетных университетах и научно-исследовательских центрах всего мира.

На факультет осуществляется единый прием, без разделения на потоки и отделения, однако после успешной сдачи вступительных экзаменов и зачисления в МГУ, будущие первокурсники могут или остаться в группах **общего потока**, или подать заявление о зачислении в одну из **специализированных групп**. Отметим, что в спецгруппы (всего их четыре) проводится *отбор* студентов на собеседовании после зачисления. В спецгруппах студенты с первого курса изучают вместе с общими курсами еще и специальные дисциплины. Кроме того, математика, физика, программирование и ряд других учебных дисциплин в этих группах преподаются по углубленным программам.

На протяжении пяти лет обучения, как для студентов общего потока, так и для студентов специализированных групп учебный план химического факультета предполагает изучение разнообразных учебных дисциплин, которые можно сгруппировать в несколько циклов (химический, физический, математический, гуманитарный и пр.). Общее число академических часов по каждому из учебных планов составляет величину примерно 5500. В табл. 1 приведены объемы химических и физических дисциплин

лин, которые необходимо освоить студенту химического факультета МГУ на протяжении пяти лет обучения.

**Таблица 1**

*Дисциплины химического и физического циклов в учебных планах химического факультета МГУ (число аудиторных часов)*

Дисциплины	Группы химического факультета				
	Общий поток	Специализированные группы			
		10	11	12	13
<b>Химические дисциплины</b>					
Неорганическая химия	444	412	394	444	444
Аналитическая химия	358	306	306	306	340
Органическая химия	444	444	304	356	376
<b>Физическая химия</b>	340	340	356	340	340
<b>Кристаллохимия</b>	54	54	72	72	54
<b>Строение молекул</b>	72	126	72	54	126
<b>Коллоидная химия</b>	108	108	108	108	108
Высокомолекулярные соединения	111	111	111	111	111
Химическая технология	120	90	120	120	120
Квантовая химия			64		
<b>Доля химических дисциплин в учебном плане данной группы, %</b>	<b>40</b>	<b>35.5</b>	<b>33</b>	<b>36</b>	<b>35.5</b>
<b>Физические дисциплины</b>					
Механика. Электричество	96	64	64	64	64
Колебания. Оптика	144	72	72	72	72
Теоретическая механика	48	48			48
Теоретическая и квантовая механика				48	
Классическая механика и теория поля			96		
Основы квантовой механики	48				
Квантовая механика			72		
Квантовая механика и строение вещества		126			126
Элементы строения вещества	32	32			32
Методы математической физики			96		
Элементы статистической физики				54	
Физика твердого тела				64	
Реальная структура твердого тела				48	
Статистическая термодинамика			72		
<b>Доля физических дисциплин в учебном плане данной группы, %</b>	<b>8.0</b>	<b>7.9</b>	<b>11.2</b>	<b>8.2</b>	<b>7.9</b>

Уже из наименований дисциплин этих двух циклов становится совершенно очевидно, что их изучение просто невозможно без должной математической подготовленности студентов. Именно поэтому<sup>2</sup> кафедры математического анализа и теории вероятностей механико-математического факультета МГУ преподают на химическом факультете серию математических дисциплин. Сложившаяся практика преподавания математических дисциплин на химическом факультете подробно освещена в работах

<sup>2</sup> По этой же причине в перечне вступительных экзаменов на химическом факультете обязателен экзамен по математике; всего таких экзаменов четыре: математика (письменно), физика (письменно), русский язык и литература, химия (письменно).

[5, 6] и является, на наш взгляд, наглядным примером межфакультетского сотрудничества в Московском университете.

В настоящей статье главное внимание уделено особенностям преподавания на химическом факультете физико-химических дисциплин (выделены в табл. 1 курсивом) и, прежде всего, дисциплины «Физическая химия» как центральной и связующей все дисциплины химического цикла.

Самое большое количество часов для изучения физической химии отведено в специализированной группе **физико-химиков** (11-е группы) – 356 часов; во всех остальных группах на ее изучение отводится 340 учебных часов.

Программа дисциплины «Физическая химия» охватывает основные разделы курса физической химии, можно даже сказать ее «классические» разделы, имея в виду то обстоятельство, что не только в МГУ, но и в большинстве других университетов ряд разделов традиционной физической химии, таких как коллоидная химия, строение молекул, кристаллохимия (см. табл. 1) имеют статус самостоятельных курсов (учебные программы всех этих дисциплин можно найти в сборнике [7] или же на сайте химического факультета МГУ [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)).

Изучение физической химии продолжается в течение двух семестров. В 6-ом семестре III курса рассматриваются следующие разделы: основы химической термодинамики; термодинамика растворов; фазовые равновесия; химические и адсорбционные равновесия; элементы статистической термодинамики; элементы линейной термодинамики необратимых процессов. В 7-ом семестре IV курса студенты изучают: феноменологическую кинетику; теории химической кинетики и фотохимию; катализ; теорию растворов электролитов; электропроводность; ЭДС и термодинамику электрохимических цепей; двойной электрический слой; кинетику электродных процессов.

Каково же место физической химии в образовании студента-химика, и каких целей стремятся достичь преподаватели и научные сотрудники кафедры физической химии<sup>3</sup>, которые преподают на факультете все физико-химические дисциплины (за исключением курса коллоидной химии [8])? Все химические дисциплины используют физико-химические модели, методы и абстракции для изучения и описания изучаемых явлений. Однако изложить (даже на химическом факультете) все актуальные аспекты физической химии просто невозможно из-за необъятности полученных к настоящему времени научных данных. *Поэтому очевидно, что акцент в преподавании нужно делать на восприятие идей, законов, принципов, концепций и обобщений.* Выдающийся химик, ректор МГУ конца 40-х – начала 50-ых годов прошлого века, академик А.Н. Несмеянов на лекциях говорил студентам: «Весь фактический материал вы можете найти в учебниках, а задача профессоров Московского университета – научить вас думать». Отсюда основную цель обучения физической химии можно

---

<sup>3</sup> В настоящее время кафедра физической химии – крупнейшая в МГУ. Это коллектив из 300 сотрудников, среди них – более 50 докторов и более 170 кандидатов наук (см. далее табл. 2).

сформулировать следующим образом: дать возможность будущему специалисту-химику любой специализации (органику, биохимику и т.п.) творчески и эффективно использовать в своей работе быстро развивающиеся физико-химические модели.

Изложение «классических» разделов физической химии (см. выше) *на лекциях*<sup>4</sup> (4 часа в неделю) ведется на строгой научной основе и базируется на классических современных учебниках [9-13].

В процессе преподавания физической химии *особую роль играют семинарские* (2 часа в неделю) *и практические лабораторные* (4 часа в неделю) *занятия*.

*На семинарах по физической химии* теоретические сведения, полученные студентами на лекциях и из учебников, иллюстрируются решением задач различной степени сложности. Традиционное построение семинарского занятия следующее: 1) теоретическое введение к каждому разделу, содержащее основные определения и формулы; 2) примеры решения задач; 3) задачи для самостоятельного решения. Такая форма изложения, по нашему мнению, является оптимальной.

*В лабораторном практикуме* студенты выполняют серию практических задач. В 6-ом семестре: «Определение энергии сгорания органического вещества и расчёт его энтальпии образования»; «Определение энтальпии растворения соли в воде в открытом калориметре»; «Измерение теплоемкости металлов, солей и оксидов»; «Определение энтальпии испарения и нормальной температуры кипения индивидуальных жидкостей методом тензиметрии»; «Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах»; «Равновесие конденсированных фаз»; «Изучение фазовых диаграмм трехкомпонентных систем с ограниченной взаимной растворимостью»; «Определение констант равновесия и других термодинамических характеристик реакций по спектральным данным»; «Определение изотерм и теплот адсорбции из хроматографических данных»; «Применение газовой хроматографии для определения термодинамических характеристик сорбции». В 7-ом семестре это «Изучение кинетических закономерностей реакции иодирования ацетона»; «Гомогенно-каталитическая реакция гидролиза сложного эфира»; «Кинетика фотохимического разложения перекиси водорода»; «Исследование кинетики пероксидазного окисления иодид-ионов перекисью водорода»; «Изучение кинетики гетерогенно-каталитической реакции импульсным газохроматографическим методом»; «Изучение кинетики каталитического разложения перекиси водорода на платиновых катализаторах»; «Изучение зависимости ЭДС от температуры»; «Концентрационные цепи»; «Определение константы диссоциации слабой одноосновной кислоты»; «Кондуктометрическое титрование».

Таким образом, при изучении курса физической химии студенты химического факультета МГУ в течение двух семестров должны прослушать лекции (4 часа в неделю), посещать семинарские занятия (2 часа в неделю), отработать лабораторные занятия (4 часа в неделю), выполнять домашние задания, написать и сдать контрольные работы (3-4 в семестр), сдать 6 теоретических коллоквиумов в семестр, выполнить и

---

<sup>4</sup> Заметим, что посещение лекций для студентов университета не является обязательным.

защитить экспериментальную или теоретическую курсовую работу (в конце седьмого семестра). Курсовая работа представляет собой небольшое научное исследование. Изучение курса физической химии в каждом семестре заканчивается экзаменом.

Из всего вышеизложенного следует, что практическая реализация учебного цикла (лекции, семинары, лабораторные практикумы) только одной физико-химической дисциплины для более чем 200 студентов требует мощного кадрового ресурса профессоров и преподавателей, научных сотрудников, а также учебно-вспомогательного персонала (лаборанты, инженеры и техники). Так, для чтения лекций требуются пять высококлассных лекторов (один для общего потока и четыре в специализированных группах). Для оптимизации обучения на семинарских и лабораторных занятиях каждая учебная группа (в среднем двадцать человек) разбивается на две подгруппы и, следовательно, для проведения этих занятий в каждом семестре необходимо 24 преподавателя (в 4-х специализированных и 8 группах общего потока). Каждая курсовая работа (а всего их более 200) выполняется под индивидуальным руководством научного руководителя в одной из научных лабораторий кафедры (см. ниже).

Как мы уже подчеркивали в первом разделе, химический факультет руководствуется принципом активного сочетания научной работы сотрудников с педагогической. Применительно к кафедре физической химии это выглядит следующим образом. В структуру кафедры входят 13 научных лабораторий и учебный практикум. Простое перечисление лабораторий и их квалификационный состав (см. табл. 2) позволяет судить о кадровом потенциале, задействованном в преподавании курса физической химии, а также ряда других физико-химических дисциплин (и не только студентам химического факультета!).

**Таблица 2**

*Структурные подразделения кафедры физической химии*

Подразделения	Общее число сотрудников	Доктора наук	Кандидаты наук	Преподавательские штаты
<u>Научные лаборатории</u>				
1. Адсорбции и газовой хроматографии	22	7	12	3
2. Катализа и газовой электрохимии	49	7	33	7
3. Кинетики и катализа	18	4	12	3
4. Кристаллохимии	15	1	10	3
5. Молекулярной спектроскопии	24	5	14	7
6. Молекулярных пучков	14	1	5	–
7. Растворов	13	2	8	2
8. Стабильных изотопов	31	6	14	7
9. Строения и квантовой механики	25	5	16	8
10. Термохимии	27	6	16	3
11. Химической кибернетики	14	2	6	2
12. Химической термодинамики	24	4	16	3
13. Электронографии	18	3	9	1
Учебный практикум	10	–	2	–
<b>Всего</b>	<b>304</b>	<b>53</b>	<b>173</b>	<b>49</b>

Таким образом, руководствуясь принципом активного сочетания научной и педагогической работы сотрудников, на кафедре стремятся дать педагогические учебные часы научным сотрудникам, а преподавателям по возможности уменьшить учебные часы, чтобы освободить время для научной работы. Это административно сложно, но иного пути нет, и на кафедре неукоснительно следуют этому принципу.

Сложившаяся практика преподавания курса физической химии способствует высокому качеству выпускников химического факультета МГУ и тем самым с удовлетворением подтверждает справедливость слов ректора нашего университета (диалог восьмой, стр. 220 [1]): «Все приведенные мною примеры свидетельствуют об одном: образование, которое дает своим студентам и аспирантам Московский университет, позволяет им успешно осваивать самые различные сферы общественной деятельности. *Основа всего этого – фундаментальность образования*».

Отметим, что преподавание физической химии на химическом факультете совершенствуется на протяжении более 75 лет его функционирования [14]. Курс имеет достаточно устойчивую программу, однако современные достижения науки после тщательного их анализа и обсуждения на методической комиссии кафедры находят свое отражение в преподаваемой дисциплине. Так, в последние годы в программу курса введены новые разделы, посвященные достижениям науки в областях химической динамики в фемтосекундном диапазоне [10] и линейной неравновесной термодинамики [11, 12].

Еще один важный аспект. Организуя учебный процесс, кафедра физической химии стремится его совершенствовать также тесным взаимодействием с другими родственными по научной тематике кафедрами или институтами Российской академии наук. Приведем только два примера. В прошлом году на кафедре электрохимии открыт филиал практикума по физической химии, в котором поставлены задачи по изучению процессов анодного растворения и пассивации металлов электрохимическими методами и по изучению процессов катодного выделения металлов и начальных стадий электрокристаллизации. Подготовлены описания каждой из задач, которые содержат разделы: теоретическое введение, экспериментальная часть, запись и обработка результатов эксперимента (как правило, компьютерная), представление результатов работы, приложения, в которых показаны примеры обработки полученных данных, приведены необходимые справочные данные. Ведут эти задачи в рамках общего практикума по физической химии сотрудники кафедры электрохимии (кураторы – зав. кафедрой электрохимии проф. О.А. Петрий и проф. Г.А. Цирлина).

Усилиями сотрудников кафедр физической химии (доц. А.А. Кубасов, доц. Л.Е. Китаев) и химической кинетики (проф. А.Х. Воробьев, проф. В.Л. Иванов, проф. М.Я. Мельников, доц. И.В. Фок), а также сотрудников Института химической физики РАН (проф. С.Я. Уманский, проф. Б.Р. Шур) под общей редакцией проф. М.Я. Мельникова подготовлено и издано практическое учебное пособие по химической кинетике [13],

которое по широте охвата материала и глубине проникновения в теоретические тонкости рассматриваемых вопросов не имеет аналогов в мировой учебной литературе<sup>5</sup>.

Необходимо отметить, что курс физической химии (а также некоторые другие дисциплины физико-химического цикла) преподается в Московском университете не только студентам-химикам, но и на целом ряде естественных факультетов: *биологическом, фундаментальной медицины, геологическом, биоинженерии и биоинформатики, почвоведения, наук о материалах*. В этом году впервые за многие десятилетия курс физической химии предложен студентам *физического факультета* (см. статью В.В. Еремина в настоящем Сборнике). Преподавание на каждом из этих факультетов имеет свои методические особенности, но это уже предмет отдельного рассмотрения и отдельной статьи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Икеда Д., Садовничий В. На рубеже веков. Диалоги об образовании и воспитании. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 272 с.
2. Садовничий В.А. Высшая школа России: традиции и современность. Доклад на VII съезде российского союза ректоров 6 декабря 2002 г. В кн.: Материалы комиссии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова по академическим вопросам за 2001–2002 гг. Сборник научно-методических докладов / Под ред. В.И. Трухина, К.В. Показеева. М.: МГУ, 2003, стр. 9–20.
3. Лунин В.В., Шевельков В.Ф., Кузьменко Н.Е., Рыжова О.Н. О двухуровневой системе высшего химического образования. В сб.: Современные тенденции развития химического образования: работа с одаренными школьниками / под ред. В.В. Лунина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2007, с. 66-73.
4. Швед Е.Н., Розанцев Г.М. Донецкий национальный университет на пути в Болонское пространство. См. настоящий сборник.
5. Лунин В.В., Гаврилов В.И., Чирский В.Г., Кузьменко Н.Е., Рыжова О.Н. Математика в университете: из практики химического факультета. – Высшее образование сегодня, 2006, №7, с. 34-37.
6. Kuz'menko N.E., Lunin V.V., Makarov Yu.N., Ryzhova O.N., Chirsky V.G. Mathematical Disciplines in Chemical Education in University. In: Chemical Education in Russia: Problems and Perspectives / Eds. V.V. Lunin and N.E. Kuz'menko. M.: Golden Bee, 2007, p. 33-43.
7. Программа общих курсов кафедры физической химии. – М.: Химический ф-т МГУ, 1999.
8. Сумм Б.Д., Матвеев В.Н. Коллоидная химия в Московском университете. В кн.: Химия в Московском университете в контексте российской и мировой науки (научные школы, исследования, преподавание). Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 250-летию МГУ им. М.В. Ломоносова и 75-летию Химфака. Москва, 24-26 ноября 2004 г. М.: Изд-во МГУ, 2004. – с. 31-32.
9. Эткинс П. Физическая химия. – М.: Мир, 1980. Т.1,2. (Atkins P. Physical Chemistry. 5<sup>th</sup> edition. – Oxford Univ. Press, 1994); Эткинс П., де Паула Дж. Физическая химия. В 3-х ч. Ч.1: Равновесная термодинамика. – М.: Мир, 2007. – 494 с

---

<sup>5</sup> Допущен УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности 020101.65-химия.

10. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. Основы физической химии. Теория и задачи. – М.: изд-во «Экзамен», 2005. – 480 с.
11. Агеев Е.П. Неравновесная термодинамика в вопросах и ответах. Изд. 2-е, испр. И доп. – М.: МЦНМО, 2005. – 160 с.
12. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. – М.: Мир, 2002. – 461 с.
13. Практическая химическая кинетика. Химическая кинетика в задачах с решениями / под общей ред. М.Я. Мельникова. – М.: Изд-во МГУ; СПб: Изд-во СПбГУ, 2006. – 592 с.
14. Химический факультет МГУ. Путь в три четверти века. Отв. ред. академик В.В. Лунин. – М.: ТЕРРА-Календер, 2005. – 304 с.